


## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号	
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	



0-4	様式 PCT/RO/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書は、	
0-4-1	右記によって作成された。	PCT-SAFE [EASY mode] Version 3.50 (Build 0002.170)
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (RO/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	R640-PCT
I	発明の名称	レーダ装置
II	出願人	
II-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
II-2	右の指定国についての出願人である。	米国を除く全ての指定国 (all designated States except US)
II-4ja	名称	富士通テン株式会社
II-4en	Name:	FUJITSU TEN LIMITED
II-5ja	あて名	6528510 日本国 兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8 号
II-5en	Address:	2-28, Goshō-dori 1-chome, Hyogo-ku, Kobe-shi, Hyogo 6528510 Japan
II-6	国籍(国名)	日本国 JP
II-7	住所(国名)	日本国 JP




## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

III-1	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only) 島 伸和 SHIMA, Nobukazu 6528510 日本国 兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8 号 富士通テン株式会社内 c/o FUJITSU TEN LIMITED, 2-28, Goshō-dori 1-chome, Hyogo-ku, Kobe-shi, Hyogo 6528510 Japan 日本国 JP 日本国 JP	
III-1-1	この欄に記載した者は		
III-1-2	右の指定国について出願人である。		
III-1-4ja	氏名(姓名)		
III-1-4en	Name (LAST, First):		
III-1-5ja	あて名		
III-1-5en	Address:		
III-1-6	国籍(国名)		
III-1-7	住所(国名)		
IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく出願人のために行動する。		代理人 (agent) 青木 篤 AOKI, Atsushi 1058423 日本国 東京都港区虎ノ門三丁目 5 番 1 号 虎ノ門 3 7 森ビル 青和特許法律事務所 A. AOKI, ISHIDA & ASSOCIATES, Toranomon 37 Mori Bldg., 5-1, Toranomon 3-chome, Minato-ku, Tokyo 1058423 Japan 03-5470-1900 03-5470-1911 100099759
IV-1-1ja	氏名(姓名)		
IV-1-1en	Name (LAST, First):		
IV-1-2ja	あて名		
IV-1-2en	Address:		
IV-1-3	電話番号		
IV-1-4	ファクシミリ番号		
IV-1-6	代理人登録番号		
IV-2	その他の代理人	筆頭代理人と同じあて名を有する代理人 (additional agent(s) with the same address as first named agent) 鶴田 準一; 島田 哲郎; 倉地 保幸; 西山 雅也 TSURUTA, Junichi; SHIMADA, Tetsuro; KURACHI, Yasuyuki; NISHIYAMA, Masaya	
IV-2-1ja	氏名		
IV-2-1en	Name(s)		
V	国の指定		
V-1	この願書を用いてされた国際出願は、規則 4.9(a)に基づき、国際出願の時点で拘束される全ての PCT 締約国を指定し、取得しうるあらゆる種類の保護を求め、及び該当する場合には広域と国内特許の両方を求める国際出願となる。		
VI-1	先の国内出願に基づく優先権主張		
VI-1-1	出願日	2004 年 06 月 21 日 (21.06.2004)	
VI-1-2	出願番号	2004-182352	
VI-1-3	国名	日本国 JP	

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

VII-1	特定された国際調査機関(ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	申立て	申立て数	
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	—	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国際出願日における出願人の資格に関する申立て	—	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国際出願日における出願人の資格に関する申立て	—	
VIII-4	発明者である旨の申立て(米国を指定国とする場合)	—	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て	—	
IX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
IX-1	願書(申立てを含む)	4	✓
IX-2	明細書	28	—
IX-3	請求の範囲	3	—
IX-4	要約	1	✓
IX-5	図面	6	—
IX-7	合計	42	
	添付書類	添付	添付された電子データ
IX-8	手数料計算用紙	✓	—
IX-13	優先権証明書	優先権証明書 VI-1	—
IX-17	PCT-SAFE 電子出願	—	✓
IX-18	その他	納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面	
IX-19	要約書とともに提示する図の番号	4	
IX-20	国際出願の使用言語名	日本語	
X-1	出願人、代理人又は代表者の記名押印		
X-1-1	氏名(姓名)	青木 篤	
X-1-2	署名者の氏名		
X-1-3	権限		
X-2	出願人、代理人又は代表者の記名押印		
X-2-1	氏名(姓名)	鶴田 準一	
X-2-2	署名者の氏名		
X-2-3	権限		
X-3	出願人、代理人又は代表者の記名押印		
X-3-1	氏名(姓名)	島田 哲郎	
X-3-2	署名者の氏名		
X-3-3	権限		

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

X-4	出願人、代理人又は代表者の記名押印	
X-4-1	氏名(姓名)	倉地 保幸
X-4-2	署名者の氏名	
X-4-3	権限	
X-5	出願人、代理人又は代表者の記名押印	
X-5-1	氏名(姓名)	西山 雅也
X-5-2	署名者の氏名	
X-5-3	権限	

## 受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類 の実際の受理の日	
10-2	図面	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類 を補完する書類又は図面であつ てその後期間内に提出されたも のの実際の受理の日(訂正日)	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づ く必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際 調査機関に調査用写しを送付していない	

## 国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

## 明 細 書

### レーダ装置

#### 技術の分野

本発明は、連続波（ＣＷ）を周波数変調（ＦＭ）した送信信号を用いるＦＭ－ＣＷレーダ装置であって、送信信号による反射波の受信が切換えられる複数のアンテナを備え、デジタルビームフォーミング（ＤＢＦ）処理が行われる電子スキャン方式によるレーダ装置に関する。

#### 背景技術

従来のＤＢＦ型のレーダ装置においては、送信信号を電磁波として放射する送信部と、電磁波が物体に到達して、この物体から反射された電磁波を受信信号として受信する複数の素子アンテナからなるアレーアンテナが備えられている。各素子アンテナは、切換えスイッチの複数の入力端子にそれぞれ接続され、この複数の入力端子のいずれか１つと択一的に切換えスイッチの出力端子に切換え接続される。出力端子から得られた選択されたアンテナからの受信信号を、送信信号の一部を用いてダウンコンバートすることによって、送信信号と受信信号との差信号が生成され、受信部の信号処理部において、この差信号がデジタル信号に変換され、このデジタル信号に対して所定の処理を施すことによって、物体までの距離又は相対速度が検出されるようになっている。これは、例えば、特開平１１－１６０４２３号公報に開示されている。

また、例えば、特開平１１－６４４８５号公報に開示されているように、アレーアンテナ構成のレーダ装置において、各アンテナに

共通に1つのフロントエンドを備え、各アンテナを順次切換え接続するように構成することにより、各アンテナに直結し、夫々に対応した高周波（R F）受信回路を設ける必要を無くしたレーダ装置が開発されている。

また、送信部、アレーアンテナ部、切換えスイッチ部、受信回路部、そして、デジタル信号処理部を備え、アレーアンテナ部の各アンテナを順次切換え接続し、デジタル信号処理部でデジタルビームフォーミング処理を施して物体の検知を行うF M－C Wレーダ装置が、例えば、特開平1 1－3 1 1 6 6 8号公報に開示されている。このレーダ装置では、切換えスイッチ部が、ビート信号を生成する受信部に各アンテナのいずれかを選択的に切換えており、周波数変調の繰り返し周期における1周期の中で複数のアンテナの一部を選択し、選択されたアンテナ間において切換え接続を繰り返し行うようにしている。この構成により、R F受信回路、高帯域のミキサ、アナログ－デジタル（A D）変換器等の高価なデバイスをアンテナの数に関係なく、一組で済むようにしている。

以上に述べたような従来技術によるF N－C Wレーダ装置では、各アンテナを順次切換えながら、D B F処理を施して、受信信号の位相差を検出する電子スキャン方式が採用されているので、受信回路部に、何らかの部品故障、使用環境の温度変動などによる特性変化が存在すると、受信信号の位相差の検知に異常を来たすことになる。

しかしながら、前出の特開平1 1－3 1 1 6 6 8号公報に開示された従来技術によるF M－C Wレーダ装置は、R F受信回路、高帯域のミキサ、A D変換器等を含む受信回路部は、1組のみを備えているだけである。受信信号がこの受信回路部で処理されるので、受信回路部自体に上述の特性変化が発生していても、その処理結果に

、位相差検知の異常があるとの判断できないという問題があった。

そこで、本発明は、受信回路部自体を利用して、該受信回路部の特性変化を自己判断できるようにし、その自己判断の結果、受信回路部に特性変化が存在すると判断された場合には、その特性を補正でき、異常の発生時には、ダイアグ情報などを出力できるレーダ装置を提供することを目的とする。

### 発明の開示

以上の課題を解決するため、本発明のレーダ装置では、送信信号を放射する送信部と、前記送信信号による物体からの反射波を受信する複数のアンテナと、前記複数のアンテナの各出力端子を入力端子に択一的に順次切換え接続する第1スイッチ部と、前記第1スイッチ部の前記入力端子に入力された各アンテナからの受信信号を前記送信信号の一部を用いてダウンコンバートするダウンコンバート部と、前記ダウンコンバート部の出力を、第1乃至第nのフィルタ回路に択一的に切換え接続する第2スイッチ部と、前記第1乃至第nのフィルタ回路の各出力を、第1乃至第nのA/D変換器に入力し、該第1乃至第nのA/D変換器から出力される第1乃至第nの出力信号に所定の処理を施して、前記物体までの距離又は前記物体との相対速度を検出するデジタル信号処理部と、前記複数のアンテナから選択された特定アンテナで受信された前記受信信号に基づいて出力された第1乃至第nの出力信号のうちから選択された2出力信号を比較して、該第1乃至第nの出力信号の特性変化を判断し、該特性の差を補正する信号特性判断部とを備えることとした。

そして、前記信号特性判断部は、前記第1処理信号と前記第2処理信号の夫々に含まれる信号レベル及び／又は位相を比較することにより前記第1乃至第nの出力信号における特性変化の判断を行う

こととした。

前記信号特性判断部は、前記第 1 スイッチを制御して、前記複数のアンテナの特定アンテナを選択し、前記第 2 スイッチを制御して、該特定アンテナの受信信号から前記第 1 乃至第 n の出力信号を生成することとし、前記特性差があると判断した場合、前記第 1 乃至第 n の A/D 変換器の入力側に夫々接続された第 1 乃至第 n の調整器を制御し、該特性差を補正することとした。

さらに、前記第 1 乃至第 n の調整器の各々には、前記信号特性判断部によって制御される可変利得増幅器及び／又は可変位相器を含めるようにした。

また、前記信号特性判断部は、前記特性差があると判断した場合、該特性差に応じた前記第 1 乃至第 n の出力信号に対する補正値を演算し、前記デジタル信号処理部は、前記補正値に基づいて、前記第 1 乃至第 n の出力信号を補正することとした。

前記信号特性判断部は、前記デジタル信号処理部による前記物体までの距離又は前記物体との相対速度を検出する認識処理中において、間欠的に、前記特性変化に係る判断処理を行うこととした。

前記信号特性判断部は、前記物体との相対的な前記距離が変化しないと認識されたとき、前記特性変化に係る判断処理を行うこととし、特に、前記信号特性判断部は、当該装置が搭載された車両が走行停止中であることが認識されたとき、前記特性変化に係る判断処理を行うようにした。

また、前記信号特性判断部は、前記第 1 乃至第 n の出力信号の信号レベル及び又は位相が所定値以上又は所定範囲内にあるとき、前記特性変化に係る判断処理を行い、前記信号特性判断部は、演算した前記補正値を前記第 1 乃至第 n の出力信号に関連付けて記憶し、前記補正値により補正された前記第 1 乃至第 n の出力信号に基づい



て前記認識処理が実行されるようにした。

前記信号特性判断部は、外部指示に従って、前記第 1 乃至第 n の出力信号の特性変化に係る判断処理を行うこととし、前記信号特性判断部は、当該装置の初期調整として、前記特性変化に係る判断処理を行い、該特性変化がある場合に、演算した前記補正值を前記第 1 乃至第 n の出力信号に関連付けて記憶することとした。

前記信号特性判断部は、前記特性変化があると判断したとき、外部に報知することとし、さらに、前記信号特性判断部は、前記特性変化があると判断したとき、該特性変化が所定範囲内にない場合に、ダイアグ情報を外部に出力することとした。

以上のように、本発明のレーダ装置によれば、特別に補正のための装置を用意する必要がなく、通常動作時においても、的確に且つ迅速に、アレイアンテナで受信した受信信号を処理するフィルタ回路と A/D 変換部を含む受信回路系に特性変化があること、或いは、発生したことが判断され、その結果により、受信回路系に対して補正処理を実行できるので、工場出荷時の初期調整において、簡単に、受信回路系の処理性能の差による受信信号の特性のバラツキを補正でき、また、動作中の環境変化による温度変動に対しても、随時補正でき、常に、精度向上を図ることができる。

また、本発明のレーダ装置によれば、複数の受信アンテナに対応して備えられた複数の受信回路系に、元々、性能差があっても、或いは、各受信回路系自体の経年変化による特性劣化、レーダ装置動作中の各受信回路系の異常動作が生じて、その異常による特性変化などに対応して補正処理を行うことができるので、常に、レーダ装置の認識処理の精度向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

本発明を添付の図面を参照しながら、以下に説明する。

図 1 は、デジタルビームフォーミング処理を行う F M - C W 方式によるレーダ装置の基本構成を説明する図である。

図 2 は、図 1 に示されたレーダ装置におけるダウンコンバート後の 2 受信回路系に係る出力信号間の特性変化を説明する波形図である。

図 3 は、F M - C W 方式によるレーダ装置におけるダウンコンバート後の 2 受信回路系に係る出力信号間の特性差を補正する原理を説明する波形図である。

図 4 は、本発明によるレーダ装置の実施形態に係る構成を説明する図である。

図 5 は、本発明によるレーダ装置における信号特性判断に係る処理動作の手順を説明するフローチャート図である。

図 6 は、本発明によるレーダ装置の別の実施形態に係る構成を説明する図である。

## 発明の実施の形態

次に、本発明によるレーダ装置の実施形態を説明するが、その実施形態について説明する前に、本発明によりもたらされる効果を明確にするために、本実施形態のレーダ装置の基本となるデジタルビームフォーミング（D B F）処理を行う電子スキャン方式によるレーダ装置について説明する。

F M - C W レーダ装置は、例えば、三角波形状の周波数変調された連続の送信波を、ターゲットである、前方の車両などに向けて出力し、その送信波による反射波を受信することにより、例えば、前方の車両との距離を求めている。即ち、レーダ装置からの送信波が前方の車両で反射され、反射波の受信信号と送信信号をミキシング

して得られるビート信号（レーダ信号）を得る。このビート信号を高速フーリエ変換して周波数分析を行う。周波数分析されたビート信号には、ターゲットに対してパワーが大きくなるピークが生じるので、このピークに対するピーク周波数を取得する。

このピーク周波数には、距離に関する情報が含まれており、前方車両との相対速度によるドップラ効果のために、FM-CW波に係る三角波の各々におけるアップ区間とダウン区間とでは、このピーク周波数は異なる。そして、このアップ区間とダウン区間のピーク周波数から、前方の車両との距離及び相対速度が得られる。なお、前方の車両が複数存在する場合には、ペアリング処理によって、各車両に対して一对のアップ区間とダウン区間のピーク周波数を取得するようにしている。

以上のような距離及び相対速度を検出できるFM-CWレーダ装置では、電圧制御発振器に変調信号発生器から変調信号を加えてFM変調したFM変調波が、送信信号として送信アンテナを介して外部に送信されると共に、送信信号の一部が分岐されて、ダウンコンバート部であるミキサに加えられる。一方、ターゲットである物体から反射された反射波を受信アンテナで受信し、ミキサで電圧制御発振器の出力信号とミキシングし、ビート信号が生成される。このビート信号は、バンドパスフィルタ回路を介してAD変換器に入力され、そこで、ディジタルサンプリングされた後、ディジタル信号処理部で高速フーリエ変換等により信号処理がされて、距離および相対速度が求められる。

ディジタルビームフォーミング（DBF）処理は、複数の受信アンテナで構成されるアレーアンテナの各々の受信信号をAD変換して、ディジタル信号処理部に取り込み、ビーム走査やサイドローブ特性等の調整をディジタル信号処理部で行われる。

D B F 処理を採用したレーダ装置は、フェーズドアレーアンテナレーダの移相器の機能をデジタル信号処理で行うものである。この D B F 型レーダ装置では、電圧制御発振器に変調信号発生器から変調信号を加えて F M 変調し、F M 変調波を送信信号として、送信アンテナを介して外部に送信すると共に、送信信号の一部が分岐されて、受信アンテナの数に対応した複数のミキサに加えられる。一方、物体から反射された反射波は、複数の受信アンテナで受信され、各受信アンテナからの受信信号は、夫々の増幅器を経て、複数のミキサに入力され、ここで、電圧制御発振器からの出力信号とミキシングされて、夫々のビート信号が生成される。

生成された各ビート信号は、夫々のバンドパスフィルタ回路を経て、各 A D 変換器によってデジタル信号に変換され、デジタル信号処理部に送られる。デジタル信号処理部 (D S P) では、各チャンネルからのデジタル信号を移相処理し、全チャンネルの合成を行い、マルチビームが形成される。

D B F の特徴は、全受信アンテナの信号をデジタル信号として取り込むと、それをもとに、任意の方向にビーム合成ができるため、1 回の取り込みで複数のビームを形成できることである。

この様な D B F 型の F M - C W 方式のレーダ装置を改良した具体例が、図 1 に示されている。図 1 に示されたレーダ装置の構成が、本実施形態のレーダ装置の基本となっている。このレーダ装置には、複数のアンテナによるアレーアンテナが備えられ、図 1 の例では、アレーアンテナは、送信アンテナ A T、受信アンテナ A R 1、A R 2 が含まれている。送信アンテナ A T、増幅器 1、V C O と表記された電圧制御発振器 2、そして、M O D と表記された変調信号発生器 3 によって、送信部が形成されている。

さらに、そのレーダ装置には、受信アンテナ A R 1、A R 2 を増

増幅器 5 に択一的に切換え接続する S W 1 と表記された第 1 スイッチ 4、送信信号の一部を受信信号とミキシングするミキサ 6、ミキシングされた信号を B P 1、B P 2 と表記されたバンドパスフィルタ回路 8 1 と 8 2 に択一的に入力する S W 2 と表記された第 2 スイッチ 7、バンドパスフィルタ 8 1 と 8 2 の各々の出力が入力され、D S P と表記されたデジタル信号処理部 9 に組み込まれ、A D 1、A D 2 と表記された A D 変換器 9 1 と 9 2 が備えられている。

増幅器 5 とミキサ 6 によりダウンコンバート部が形成され、バンドパスフィルタ 8 1、8 2 と、A D 変換器 9 1、9 2 とで、受信回路部が形成されている。図 1 に示されたレーダ装置の例では、受信アンテナが、2 個の場合であって、この 2 個のアンテナに対応させて、バンドパスフィルタ回路と A D 変換器とを組とする受信回路系が 2 個備えられている。図 1 では、代表的に、2 個の受信アンテナが備えられている例が示されたものであり、受信回路部の構成としては、受信アンテナの個数に対応して、バンドパスフィルタ回路と A D 変換器の組による受信回路系が複数備えられ、第 2 スイッチによって択一的に切換え接続されるようになっている。

この様に構成されたレーダ装置において、電圧制御発振器 2 の出力信号に、変調信号発生器 3 からの変調信号を加えて F M 変調信号を生成し、この F M 変調信号が、送信信号として、送信アンテナ A T を介して、外部に送信される。それと共に、該送信信号の一部が分岐されてダウンコンバート部であるミキサ 6 に加えられる。一方、物体から反射された送信信号による反射波は、受信信号として複数の受信アンテナ A R 1、A R 2 で受信される。ここで、受信アンテナ A R 1、A R 2 の信号路をそれぞれチャンネル c h 1、c h n とする。第 1 スイッチ 4 で、複数の受信アンテナの各出力端子を、増幅器 5 を介してダウンコンバート部のミキサ 6 の入力端子に、択

一的に順次切換え接続し、ダウンコンバート部に入力する各チャンネル c h 1、c h 2 からの信号を切換える。

この切換え動作は、ディジタル信号処理部 9 に備えられた切換え信号発生器から出力される信号により制御される。この切換え信号は、所定周波数を有するクロック信号であり、チャンネル c h 1、c h 2 の受信信号は、所定周波数による切換え信号の立ち上がりエッジ及び立ち下りエッジで、チャンネルの切換え接続が行われる。その結果、クロック信号による所定時間の間に、チャンネル c h 1 が増幅器 5 と接続され、次の所定時間の間に、チャンネル c h 2 が増幅器 5 と接続される。以降、同様に、次の所定時間の間に、チャンネル c h 1 と c h 2 とが交互に、増幅器 5 と接続される。この様に、全て同じ時間間隔の周期で、チャンネルが切換えられる。

増幅器 5 に入力された受信信号は、ダウンコンバート部であるミキサ 6 に入力され、電圧制御発振器 2 からの送信信号とミキシングされてダウンコンバートされ、ビート信号が生成される。このビート信号は、第 2 スイッチ 7 に出力される。第 2 スイッチ 7 は、このビート信号が、バンドパスフィルタ回路 8 1、8 2、及び、A D 変換器 9 1、9 2 をそれぞれ有する 2 チャンネルに択一的に順次入力されるように、切り換える。この切換え動作は、ディジタル信号処理部 9 に備えられた切換え信号発生器からの信号により制御され、上述した周期で、第 1 スイッチ 4 によるアンテナ切換え動作と同期している。

バンドパスフィルタ回路 8 1 と 8 2 は、それぞれ A D 変換器 9 1 と 9 2 に接続されており、バンドパスフィルタ回路 8 1 と 8 2 に入力した信号は、それぞれ A D 変換器 8 1 と 8 2 によってディジタル信号に変換され、ディジタル信号処理部 9 で、高速フーリエ変換等により信号処理がされる。そして、各チャンネルからのディジタル

信号について位相処理され、全チャンネルの合成が行われ、距離及び相対速度が測定される。

図 1 に示されたレーダ装置では、受信アンテナの数と、バンドパスフィルタ回路の数を同じとしたが、バンドパスフィルタ回路の数は、受信アンテナの数より少なくてもよい。しかし、バンドパスフィルタ回路の数は、同時に受信アンテナを切り換えなければならない数だけ必要である。例えば、同期して切り換える受信アンテナの数が 2 であれば、バンドパスフィルタ回路の数も 2 でよい。

また、図 1 では、A/D 変換器を複数設けたが、別途に第 3 切換えスイッチを挿入し、A/D 変換器を 1 つにし、第 3 切換えスイッチによって複数のバンドパスフィルタが切換え接続されるようにしてもよい。この場合、第 3 切換えスイッチの切換え動作は、デジタル信号処理部 9 の切換え信号発生器 5 から出力される信号によって制御され、受信アンテナの切換え動作と同期して行われる。

図 1 に示されたように、これまでに提案された D B F 型の F M - C W 方式のレーダ装置においては、受信回路部として、受信アンテナの数に対応した分だけ、バンドパスフィルタ回路と A/D 変換器との組による受信回路系を備えている。ここで、レーダ装置における距離及び相対速度検出のための認識処理中における受信回路部への入力波形と、受信回路部における A/D 変換器への入力波形について、図 2 に示した。図 2 の (a) は、第 1 スイッチ 4 でチャンネル c h 1 と c h 2 が切換えられて、ダウンコンバート部に入力され、そこからの出力信号の波形を示し、図 2 の (b) は、第 2 スイッチ 7 で切換えられて、各々をバンドパスフィルタ回路 8 1 又は 8 2 に入力し、そこで処理された後の A/D 変換器 9 1 又は 9 2 への入力信号の波形を示している。

ところで、受信回路部を構成する 2 受信回路系が同じ特性を有し

ていれば、受信アンテナ A R 1 と A R 2 も、同一特性を有している  
ので、ダウンコンバート部の出力信号におけるチャネル c h 1 と c  
h 2 に係る信号波形は、同一波形となり、時間的には第 1 スイッチ  
4 の切換え周期だけずれている筈である。しかし、例えば、各受信  
アンテナの特性に差異があると、図 2 の（a）に示されるように、  
ダウンコンバート処理された S P D T 入力信号のチャネル c h 1 と  
c h 2 に係る信号波形も互いに異なった形状のものとなる。

そこで、図 2 の（a）に示されるように、S P D T 入力信号に含  
まれるチャネル信号 c h 1 と c h 2 の波形が互い異なっている場合  
には、図 2 の（b）に示されるように、バンドパスフィルタ回路 8  
1 と 8 2 でフィルタ処理され、A D 変換器 9 1 と 9 2 に入力される  
チャネル信号 c h 1 と c h 2 も、互いに異なった波形となる。チャ  
ネル信号 c h 1 は、チャネル信号 c h 2 の振幅より低く、チャネル  
信号 c h 1 側のゲインが小さく、また、チャネル信号 c h 1 と c h  
2 とは、位相がずれていることが分かる。これらのチャネル信号 c  
h 1 と c h 2 とに基づいて方位検出を行うと、各波形間に、信号レ  
ベル及び位相にずれがあるため、認識処理における方位検出に異常  
が発生することとなる。

図 2 の場合は、各受信アンテナ間の特性差に起因したものとして  
説明したが、各受信アンテナが同一特性であるときでも、複数の受  
信回路系が備えられている場合、各受信回路系間の特性差が存在す  
るときには、各受信回路系で処理された各チャネル信号にも、図 2  
の（b）に示されたものと同様の現象が発生する。複数の受信回路  
系が備えられているときに、方位検出に異常が発生する基となる要  
因としては、1）製造時などのように、各受信回路系のゲイン、位  
相が未調整である場合、2）レーダ装置の使用環境の影響により各  
受信回路系のゲイン、位相にバラツキが発生する場合、3）特定の



受信回路系に故障などの異常が発生した場合などが挙げられる。

そこで、本実施形態のレーダ装置では、方位検出の的確性に影響する複数の受信回路系の間における特性差を無くす補正を行うことによって、各受信回路系の特性変化、或いは、バラツキによる認識処理上の影響を排除できるようにした。このため、本実施形態のレーダ装置では、このレーダ装置に複数の受信回路系が備えられていることを利用して、各受信回路系に共通するチャネル信号を供給することで、各受信回路系の間の特性差を検出し、その特性差によって、受信回路系の異常に関する自己判断を行うようにした。

各受信回路系に共通するチャネル信号を供給する仕方として、複数の受信アンテナにおける特定アンテナを選択して、この特定アンテナで受信した受信信号を各受信回路系に供給するように、第1スイッチ4と第2スイッチ7とを制御する。通常認識処理中においては、第1スイッチ4と第2スイッチ7とは同期して、対応する受信アンテナと受信回路系とを切換え接続しているが、受信回路系の異常自己判断時には、第1スイッチ4は、特定アンテナのみに固定的に接続するように制御され、第2スイッチ7は、複数の受信回路系から2組の受信回路系を選択して、各々を切換え接続するように制御される。これで、特定アンテナで受信した受信信号に係るチャネル信号を当該受信回路系の夫々に供給するように制御される。

その受信回路系の異常に関する自己判断の原理を、図3において、図1に示されたレーダ装置を例にしたチャネル信号の波形で示した。図3の(a)には、第2スイッチ7から出力される出力信号の波形が示されている。このとき、受信アンテナAR1が、第1スイッチ4によって、特定アンテナとして選択されている。受信アンテナAR1が、送信アンテナATから送信された送信信号による反射波を受信する。そして、この受信信号に基づいて、ダウンコンバー

タ部でビート信号が生成される。このビート信号は、第2スイッチ7によって、通常認識処理中における切換え周期で、切換えられ、チャンネル信号c h 1 1とc h 1 2が生成される。

このチャンネル信号c h 1 1は、太線で示され、チャンネルc h 1 2は、細線で示されるように、チャンネル信号c h 1 1とc h 1 2とは、切換え周期で交互に現れ、これらの信号の包絡線が、ビート信号になっている。そこで、チャンネル信号c h 1 1は、バンドパスフィルタ回路8 1に、チャンネル信号c h 1 2は、バンドパスフィルタ回路8 2に夫々入力される。

図3の(b)には、バンドパスフィルタ回路の出力であり、AD変換器9 1、9 2の入力信号の波形が示されている。AD変換器9 1の入力信号の波形は、チャンネル信号c h 1 1で表され、AD変換器9 2の入力信号の波形が、チャンネル信号c h 1 2で表されている。図3の(b)に示された波形から分かるように、選択された2組の受信回路系に係る特性が同じであれば、チャンネル信号c h 1 1とチャンネル信号c h 1 2の波形も同一のものとなるが、これらの受信回路系に特性差があれば、信号波形における振幅及び／又は位相のずれが発生することになる。そのため、チャンネル信号c h 1 1とチャンネル信号c h 1 2との信号レベル及び／又は位相のずれを検出すれば、これらの受信回路系の間における特性差を自己判断できる。

次に、上述した受信回路系の異常に関する自己判断の原理を、図1に示したレーダ装置に適用した本実施形態について、図4及び図5を参照しながら説明する。その本実施形態のレーダ装置の構成が、図4に示されている。図4に示された本実施形態のレーダ装置は、図1に示されたレーダ装置の構成をそのまま利用しているので、同じ構成部分には、同じ符号が付されている。

ここで、本実施形態のレーダ装置においては、図1のレーダ装置

のデジタル信号処理部 9 に、信号特性判断部 9 3 が追加的に設けられている。そして、この信号特性判断部 9 3 は、受信回路系の信号特性判断時のみ、第 1 切換スイッチ 4 と第 2 切換スイッチ 7 の切換え動作を制御し、特定アンテナで受信した受信信号から得られた A D 変換器 9 1 及び 9 2 のチャネル信号出力に基づいて、複数の受信回路系における特性差を判断する。その判断結果により、チャネル信号の信号レベル及び／又は位相を補正する。

さらに、図 3 に示した本実施形態のレーダ装置の例では、チャネル信号の信号レベル及び／又は位相を補正するため、各信号回路系の途中に、調整器 1 0 1、1 0 2 が、各信号回路系の途中であるバンドパスフィルタ回路と A D 変換器との間に挿入され、その調整器の各々は、信号特性判断部 9 3 によって、信号特性判断時に信号レベル及び／又は位相がアナログ的に調整され、その調整値を保持するものである。これによって、通常認識処理時において、受信回路系の特性差が補正される。調整器 1 0 1、1 0 2 は、可変利得増幅器、位相器を含み、図中では、L / P と表記されている。

また、チャネル信号に対する調整機能は、図 4 に示されるように、ハード的に、調整器を受信回路系内に挿入することで実現できるが、デジタル信号処理部 9 内において、チャネル信号を A D 変換した後の処理信号をソフト的に調整するようにして、通常認識処理時において、受信回路系における特性差が補正されるようにしてもよい。この場合には、特性差を補正する補正值をデジタル信号処理に使用するため、記憶部に記憶しておく。

以上のことは、各受信回路系の間において、特性差が元々存在していても、或いは、動作中に特性差が発生していても、以後の処理にあたっては、この保持された、或いは、記憶された補正值に従って、各受信回路系で処理された出力信号が自動的に補正されること

になるので、通常の認識処理上では、各受信回路系間の特性差が解消されている。３個以上の複数の受信アンテナを備えたレーダ装置の場合でも、特定アンテナに関連する受信回路系と、他の受信アンテナに関連する受信回路系とを組み合わせ、上述の手法を繰り返すことにより、全ての受信回路系に対して、受信回路系間の特性差を補正することができ、全体として、揃った特性が得られる。

次に、これまでに説明してきたように、受信回路系間におけるチャネル信号に係る特性変化を判断することにより、受信回路系の特性差を解消する仕方に従い、デジタル信号処理部 9 に含まれている信号特性判断部 9 3 における実際の補正処理の手順について、図 5 に示されたフローチャートを参照して説明する。

図 5 に示された補正処理の手順は、図 4 に示されたレーダ装置の場合を例にしている。まず、最初に、デジタル信号処理部 9 において、処理部のメイン処理である通常の認識処理が開始されると、信号特性判断部 9 3 が起動される。信号特性判断部 9 3 には、タイマが備えられ、この起動により、タイマが動作を開始し、例えば、10 秒経過したかどうか判断される（ステップ S 1）。

ここで、10 秒経過していない場合には（ステップ S 1 の Y）、デジタル信号処理部 9 は、通常の認識処理を実行することとし、第 1 スイッチ 4 と第 2 スイッチ 7 とを同期した切換え動作に制御する（ステップ S 2）。

そして、デジタル信号処理部 9 は、バンドパスフィルタ回路 8 1、8 2 から入力されたチャネル信号  $c h 1$ 、 $c h 2$  に対して、A/D 変換処理を行わせ（ステップ S 3）、次いで、FFT 処理を行わせ、方位検出などの通常の認識処理が行われる（ステップ S 4）。その後、ステップ S 1 に戻り、10 秒経過するまで、デジタル信号処理部 9 は、通常の認識処理を続行する。

一方、10秒が経過したと判断された場合には（ステップS1のN）、信号特性判断部93が、第1スイッチ4を制御して、受信アンテナAR1、AR2のいずれか一方を特定アンテナとして、固定的にオン状態に制御する（ステップS5）。図4では、特定アンテナは、受信アンテナAR1が選択され、受信アンテナAR1で受信したチャネル信号ch1が比較判断の基準となっている。

次いで、信号特性判断部93は、第2スイッチの切換え接続を制御し、チャネル信号ch1からチャネル信号ch11とch12を生成し、バンドパスフィルタ回路81と82の各々に入力させ、バンドパスフィルタ回路81と82の出力を、AD変換器91と92にAD変換処理を行わせる（ステップS6）。

ここで、信号特性判断部93は、チャネル信号ch11に係るAD変換信号と、チャネル信号ch12に係るAD変換信号とを比較する（ステップS7）。ここでは、各AD変換信号に基づいて、チャネル信号ch11とチャネル信号ch12とに含まれる信号レベル及び／又は位相に係るずれが判断され、そのずれ量が演算される。このずれ量は、特性差を解消するための補正值となる。

次いで、演算されたずれ量に基づいて、チャネル信号ch11とチャネル信号ch12との双方に係る信号レベル及び／又は位相が同等であるかどうか判断される（ステップS8）。

ここで、各信号レベル及び／又は位相が同等であると判断された場合には（ステップS8のY）、製造過程で、元々、各受信回路系の特性差があった可能性があつて、補正済みであり、或いは、それ程、受信回路系の性能劣化が進んでいない可能性があることを示すものであり、受信回路系に特性変化が発生していないとして、前回の補正処理で求められ、既に設定された補正值を維持し、前の状態としておく（ステップS9）。そして、ステップS1に戻り、ディ

デジタル信号処理部 9 は、通常の認識処理を行う。

また、各信号レベル及び／又は位相が同等でないと判断された場合には（ステップ S 8 の N）、さらに、信号レベル値及び／又は位相値が所定の範囲外のものであるかどうか判断される（ステップ S 1 0）。これは、主として、受信回路系の故障状態を判断するものである。

信号レベル値及び／又は位相値が所定の範囲内のものである場合には（ステップ S 1 0 の N）、受信回路系の性能劣化が進んでいる可能性があり、或いは、動作環境の温度変動の影響で特性に変化が発生した可能性があることを示すものであり、ステップ A 7 において演算されたずれ量に基づいて補正値を生成し、今回の補正処理で求められた補正値によって、前回の補正処理で求められた既設定の補正値を更新する（ステップ S 1 1）。そして、ステップ S 1 に戻り、デジタル信号処理部 9 は、通常の認識処理を行う。なお、この更新時に、当該受信回路系について、特性変化があったことを外部に報知するようにしてもよい。

また、信号レベル値及び／又は位相値が所定の範囲外のものである場合には（ステップ S 1 0 の Y）、当該受信回路系が異常処理状態になっていることを示し、デジタル信号処理部 9 における通常の認識処理に、重大な影響を与える危険性があることを示すものであり、この場合には、ダイアグ情報を出力し、外部に受信回路系の異常を報知する（ステップ S 1 2）。

例えば、当該認識処理中の流れからは発生し得ないような、受信回路系からの出力に信号レベルの急激な変動が生じた場合に、受信回路系の特性変化に関する判断処理を実行すれば、受信回路系の一つに、突然に異常が発生したことを自動的に検知することができ、レーダ装置の認識が誤っていることを確実に報知することができる

。なお、ステップ S 1 2 におけるダイアグ情報の出力先としては、ナビゲーション処理を行う電子制御装置（E C U）、オートクルーズ制御（A C C）などが挙げられる。

以上のように、信号特性判断部 9 3 は、第 1 スイッチ 4 と第 2 スイッチとの切換え接続を制御して、特定アンテナで受信されたチャンネル c h 1 に基づいて、チャンネル信号 c h 1 1 とチャンネル信号 c h 1 を生成するようにし、各受信回路系に同じチャンネル信号を入力する。この同じ特性を有するチャンネル信号によって、各受信回路系の処理結果を比較できるようになっている。そのため、各受信回路系自体に特性の変化が発生し、或いは、各受信回路系の特性にバラツキがあっても、通常の認識処理に影響しないように、当該受信回路系に対して求めた補正值で補正することができる。

なお、各受信回路系に調整器 1 0 1 と 1 0 2 が挿入されている場合には、信号特性判断部 9 3 がこれらの調整器を制御することにより、各受信回路系に対する補正処理が行われるが、これらの調整器による調整機構が正常に機能しているかどうか判断される必要性があることも有り得る。このような場合、例えば、各調整器に含まれる可変利得増幅器が、調整のためオン・オフ制御される形式のものであれば、各受信回路系間で、このオン・オフ制御状態の差を比較することで、各調整機構が正常であるかどうかを判断することができる。各調整機構間で、オン・オフ制御状態に差異があれば、調整することができる。

以上で、図 5 のフローチャートに示されたように、デジタル信号処理部に含まれている信号特性判断部が、受信回路系間におけるチャンネル信号に係る特性変化を判断し、受信回路系の特性差を解消するように補正処理することについて説明された。そこで、以下に、この補正処理における補正值の具体的な算出例を説明する。

ここで説明される補正值の算出例では、チャンネル c h 1 の受信信号に係る A D 変換されたチャンネル c h 1 1 と c h 1 2 の 2 つの受信信号を用いる。それぞれの受信信号を、 $E_1(t)$ 、 $E_2(t)$  とし、いずれの受信信号も既知のターゲットからの反射波による受信信号のみとする。各受信信号は、

$$E_1(t) = C_1 \cdot e^{-j 2 \pi f t} = C_1 \cdot e^{-j \theta_1(t)}$$

$$E_2(t) = C_2 \cdot e^{-j (2 \pi f t - \delta)} = C_2 \cdot e^{-j \theta_2(t)}$$

と表される。ここで、 $C_1$ 、 $C_2$  は、振幅を、そして、 $\theta_1(t)$ 、 $\theta_2(t)$  は、位相をそれぞれ示している。なお、 $\theta_2(t) = 2 \pi f t - \delta$  であり、受信信号  $E_2(t)$  が、受信信号  $E_1(t)$  に対する位相ずれ  $\delta$  を有していることを示している。

ところで、各受信回路系に特性差がある状態では、通常に受信される各受信信号における振幅と位相のそれぞれが、 $C_1 \neq C_2$ 、 $\theta_1 \neq \theta_2$  の関係にあるとする。一方、各受信回路系に特性差がないものとすれば、 $C_1 = C_2$ 、 $\theta_1 = \theta_2$  の関係が成立し、チャンネル c h 1 1 とチャンネル c h 1 2 との受信信号は同じ信号になる筈である。

そこで、この原理を利用して、受信信号「c h 1 1」と受信信号「c h 1 2」とが同じになるように、各受信回路系の特性を補正するため、振幅の補正值を、 $k$  とし、位相のずれ補正值を、 $\delta$  とすると、振幅  $C_1$  と  $C_2$ 、位相  $\theta_1$  と  $\theta_2$  については、

$$C_1 = k C_2、$$

$$\theta_1 = \theta_2 + \delta$$

と表される。

この様に表されたとき、補正後のチャンネル c h 1 2 の受信信号を、 $E_2'(t)$  とすると、



$$E_2'(t) = k C_2 \cdot e^{-j(\theta_2(t) + \delta)}$$

となる。ここで、上述した  $C_1 = k C_2$ 、 $\theta_1 = \theta_2 + \delta$  の関係により、

$$\begin{aligned} E_2'(t) &\doteq C_1 \cdot e^{-j2\pi f t} \\ &= E_1 \end{aligned}$$

とすることができるので、補正值  $k$  及び  $\delta$  により、チャンネル  $ch_{12}$  の受信信号がチャンネル  $ch_{11}$  の受信信号と同じに補正されたことになる。

以上のように、補正值  $k$  及び  $\delta$  に基づいて、2つのチャンネルに係る受信信号について、どちらかの受信信号を基準にして、補正処理が実現される。そこで、図5のフローチャートのステップS6において、AD変換された受信信号に対するFFT処理が実行され、ステップS7において、FFT処理の結果により、既知のターゲットの距離位置に対応する周波数の実数と虚数の解から、振幅値  $C_1$ 、 $C_2$  と、位相値  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  とが算出される。

そこで、振幅値  $C_1$ 、 $C_2$  及び位相値  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  が算出されたならば、上述した  $C_1 = k C_2$ 、 $\theta_1 = \theta_2 + \delta$  の関係から、チャンネル  $ch_{11}$  とチャンネル  $ch_{12}$  に係る補正值  $k$  及び  $\delta$  を求めることができる。

以上では、チャンネル  $ch_1$  から得られたチャンネル  $ch_{11}$  とチャンネル  $ch_{12}$  に係る補正值  $k$  及び  $\delta$  を求める場合について説明したが、図1に示したレーダ装置のように、受信側がアンテナAR1とAR2で構成されている場合に、アンテナAR2を切り換え固定して、チャンネル  $ch_2$  からチャンネル  $ch_{21}$  とチャンネル  $ch_{22}$  の受信信号を得ても、上述した補正処理と同様に、チャンネル  $ch_{21}$  とチャンネル  $ch_{22}$  に係る補正值  $k$  及び  $\delta$  を求めることができる。また、求められた2組の補正值を比較すると、受信

アンテナ A R 1 と A R 2 間の特性差を求めることができる。

また、さらに受信アンテナ数が増加され、これに対応して受信回路系も増加された多チャンネルのレーダ装置の場合には、一の受信アンテナを切り換え固定し、当該受信アンテナで受信した受信信号を各受信回路系に入力して、複数のチャンネル  $c h 1$  乃至  $c h m$  を生成する。そして、基準とするチャンネル、例えば、チャンネル  $c h 1$  と、複数のチャンネルから選択された他のチャンネルを組み合わせ、2チャンネルの組みを順次選択し、夫々の組みについて、補正值  $k$  及び  $\delta$  を求めることもできる。

図 5 のフローチャート図では、信号特性判断部 9 3 による各受信回路系の特性変化に係る判断の仕方と、特性変化した場合の補正処理の手順とについて、説明した。ここでは、タイマにより、デジタル信号処理部 9 における通常の認識処理中に、例えば、10 秒間隔で、各受信回路系に係る特性変化を判断処理した。次に、この受信回路系の特性変化に係る判断処理を、他に、どの様なときに実施できるかについて説明する。

受信回路系の特性変化の判断処理は、レーダ装置の外部から信号特性判断部 9 3 に処理指令を送って、任意のときに実施されるようにしてもよい。例えば、工場出荷時の製品検査の段階で、検査係が指令し、出荷される製品の品質を均一化する場合に採用することができる。また、レーダ装置のユーザが、任意のタイミングで処理指令を行って、レーダ装置の認識処理の精度を向上することもできる。

一方、レーダ装置が車両に搭載されている場合のように、車両の走行中の装置動作中において、レーダ装置における通常の認識処理の間に、間欠的に、且つ自動的に、信号特性判断部 9 3 に起動され、その都度、補正処理が行われるように、設定することもできる。

図 5 の例では、タイマで所定時間毎に補正処理が行われたが、通常認識処理の所定回数毎に 1 回の補正処理が実行されるようにしてもよい。

また、車両の速度計などから車速を検出し、車両が停止中であるときに、受信回路系の補正処理を実行するようにしても良い。ここで、車速が 0 でなく、走行しているときには通常の認識処理を続行させ、車両が停止中であり、車速が 0 であるときに、上述した補正処理の手順に従って、補正值を演算し、当該補正值を維持するか、又は、補正值を更新するかの補正処理が実行される。さらに、演算された補正值が、想定範囲外の場合には、ダイアグ情報を出力する。

車両が停止している場合にのみ、補正処理が実行されるが、車両が停止中であると、車両の前方にあるターゲットとの距離が固定化されるため、受信信号の入力が安定し、補正処理の精度向上を期待できる。勿論、車両が停止中のみに補正処理を実行する条件とせず、単純に、所定回数毎に、定期的に補正処理を実行させることでも、本発明の目的を達成することができる。

車両が停止中であるときは、つまり、受信信号の入力が安定しているときであり、受信回路系の特性変化に関する判断処理が的確に実行されるものであることから、車両が停止中である場合に限られず、受信回路系に入力されるチャネル信号が安定していれば良く、例えば、走行中であっても、車両の前方にあるターゲットとの相対距離が安定しているときでも、もしくは、受信レベルが高い場合にのみ実行してもよい。

これまでの説明では、受信回路系の特性変化に関する判断処理は、主に、時間的条件に従って実行されるものであったが、レーダ装置の使用環境に係る温度の変化時に、受信回路系の特性変化に関す

る判断処理を実行するようにしてもよい。例えば、レーダ装置に直接に、或いは、その近傍に、温度センサを設けておき、このセンサで、受信回路系に関わる温度を検出する。受信回路系は、温度変化に影響されて、その性能、処理特性も変化し、受信回路系毎に、その変化度合いもばらついている。

そのため、信号特性判断部 93 は、この温度センサからの温度情報に基づいて、例えば、検出された温度が所定範囲を超えている場合に、受信回路系の特性変化に関する判断処理を実行するようにする。この様に、温度情報を検出することにより、レーダ装置の環境変化に追随して、補正処理が正確に行われる。この環境変化に追随した補正処理と、上述した間欠的な補正処理と組み合わせることにより、更に精度のよい補正を行える。

以上に説明した本発明によるレーダ装置の実施形態では、図 1 に示されたレーダ装置の構成を基本とし、このレーダ装置には、複数のアンテナによるアレーアンテナが備えられている。そのアレーアンテナには、例えば、送信アンテナ A T、受信アンテナ A R 1、A R 2 が含まれている。

しかし、上述した本発明によるレーダ装置の実施形態は、アレーアンテナを、送信専用アンテナと、複数の受信専用アンテナとで構成する場合にのみの適用に限られず、アレーアンテナを構成する複数のアンテナを送受信兼用にした場合にも適用される。以下に、送受信兼用の複数のアンテナでアレーアンテナを構成した場合の適用例について、図 6 に示された本発明によるレーダ装置の別の実施形態を参照して説明する。

図 6 に示された D B F 型 F M - C W 方式レーダ装置の別の実施形態は、図 4 に示された本実施形態のレーダ装置の構成を基本としているが、この別の実施形態では、送信専用アンテナと、複数の受信

専用アンテナの組み合わせによるアンテナ構成の代わりに、複数の送受信兼用アンテナ A 1 乃至 A m によるアンテナアレイ A が採用されている。

このレーダ装置には、アンテナアレイ A、増幅器 1、VCO と表記された電圧制御発振器 2、そして、MOD と表記された変調信号発生器 3 が備えられ、送信部が形成されている。

さらに、そのレーダ装置には、アンテナアレイ A におけるアンテナ A 1 乃至 A m を送信時に増幅器 1 に択一的に切換え接続し、さらに、各アンテナを受信時に増幅器 5 に択一的に切換え接続する SW 3 と表記された第 3 スイッチ 4 1 が備えられる。また、送信信号の一部を受信信号とミキシングするミキサ 6、ミキシングされた信号を BP 1 乃至 BP n と表記されたバンドパスフィルタ回路 8 - 1 乃至 8 - n に択一的に入力する SW 4 と表記された第 4 スイッチ 7 1 が備えられる。バンドパスフィルタ 8 - 1 乃至 8 - n の各々の出力が入力され、DSP と表記されたデジタル信号処理部 9 に組み込まれ、AD 1 乃至 AD n と表記された AD 変換器 9 - 1 乃至 9 - n が備えられる。

増幅器 5 とミキサ 6 によりダウンコンバート部が形成され、バンドパスフィルタ 8 - 1 乃至 8 - n と、AD 変換器 9 - 1 乃至 9 - n とで、受信回路部が形成されている。受信回路部の構成としては、受信アンテナの個数に対応して、バンドパスフィルタ回路と AD 変換器の組による受信回路系が複数備えられ、第 4 スイッチ 7 1 によって択一的に切換え接続されるようになっている。

ここで、図 6 に示された別の実施形態のレーダ装置においても、図 4 に示されたレーダ装置の場合と同様に、レーダ装置のデジタル信号処理部 9 に、信号特性判断部 9 3 が設けられている。そして、この信号特性判断部 9 3 は、受信回路系の信号特性判断時のみ、

第 3 スイッチ 4 1 と第 4 スイッチ 7 1 の切換え動作を制御し、特定アンテナで受信した受信信号から得られた A D 変換器 9 - 1 乃至 9 - n のチャネル信号出力に基づいて、複数の受信回路系における特性差を判断する。その判断結果により、チャネル信号の信号レベル及び／又は位相を補正する。

さらに、図 6 に示した別の実施形態のレーダ装置では、上述した実施形態のレーダ装置の場合と同様に、チャネル信号の信号レベル及び／又は位相を補正するため、各信号回路系の途中に、可変利得増幅器、位相器を含む調整器を、各信号回路系の途中であるバンドパスフィルタ回路と A D 変換器との間に挿入してもよく、また、デジタル信号処理部 9 内において、チャネル信号を A D 変換した後の処理信号をソフト的に調整するようにして、通常認識処理時において、受信回路系における特性差が補正されるようにしてもよい。

次に、図 6 に示された別の実施形態のレーダ装置において、受信回路系間の特性変化を判断し、その変化を補正処理する手順について説明する。受信回路系の特性差を解消する仕方と、補正処理における補正值の算出の仕方は、上述した実施形態で採用されたものと同様である。

先ず、最初に、デジタル信号処理部 9 において、処理部のメイン処理である通常の認識処理が開始されると、信号特性判断部 9 3 が起動される。信号特性判断部 9 3 に備えられたタイマが動作を開始し、所定時間が経過するまで、デジタル信号処理部 9 は、通常の認識処理を実行する。第 3 スイッチ 4 1 と第 4 スイッチ 7 1 とを制御する。

次に、所定時間が経過したとき、図 6 に示されるように、信号特性判断部 9 3 が、第 3 スイッチ 4 1 を制御して、例えば、アンテナ A 1 を、送信アンテナとするため、増幅器 1 に接続する。図 6 では

、特定アンテナとして、アンテナ A 1 が選択され、アンテナ A 1 で受信したチャネル信号  $c_{h1}$  を比較判断の基準としている。

次いで、信号特性判断部 9 3 は、第 3 スイッチ 4 1 を制御して、アンテナ A 1 を増幅器 5 に接続し、さらに、第 4 スイッチを制御して、チャネル信号  $c_{h1}$  からチャネル信号  $c_{h11}$  と  $c_{h12}$  を生成し、バンドパスフィルタ回路 8 - 1 と 8 - 2 の各々に入力させ、バンドパスフィルタ回路 8 - 1 と 8 - 2 の出力を、それぞれ A D 変換器 9 - 1 と 9 - 2 で A D 変換処理を行わせる。

ここで、信号特性判断部 9 3 は、チャネル信号  $c_{h11}$  に係る A D 変換信号と、チャネル信号  $c_{h12}$  に係る A D 変換信号とを比較する。ここでは、各 A D 変換信号に基づいて、チャネル信号  $c_{h11}$  とチャネル信号  $c_{h12}$  とに含まれる信号レベル及び／又は位相に係るずれが判断され、そのずれ量が演算される。このずれ量は、受信回路系間の特性差を解消するための補正值となる。

次いで、演算されたずれ量に基づいて、チャネル信号  $c_{h11}$  とチャネル信号  $c_{h12}$  との双方に係る信号レベル及び／又は位相が同等であるかどうか判断され、各信号レベル及び／又は位相が同等であると判断された場合には、補正済みであるか、或いは、受信回路系の性能劣化が進んでいないことを示している。そこで、受信回路系に特性変化がないとして、既に設定された補正值を維持し、デジタル信号処理部 9 は、通常認識処理を続行する。

また、各信号レベル及び／又は位相が同等でないと判断された場合には、受信回路系の故障状態を判断するため、信号レベル値及び／又は位相値が所定の範囲外のものであるかどうかを判断し、信号レベル値及び／又は位相値が所定の範囲内のものである場合には、受信回路系の性能劣化が進んでいる、或いは、動作環境の温度変動の影響で特性に変化が発生したことを示すものであるので、演算さ

れたずれ量に基づいて補正値を生成し、今回の求めた補正値によって、既設定の補正値を更新する。

そして、デジタル信号処理部 9 は、通常の認識処理を行う。なお、この更新時に、当該受信回路系について、特性変化があったことを外部に報知するようにしてもよい。

また、信号レベル値及び／又は位相値が所定の範囲外である場合には、当該受信回路系が異常処理状態になっていることを示す。デジタル信号処理部 9 における通常の認識処理に、重大な影響を与える危険性があるため、ダイアグ情報を出し、外部に受信回路系の異常を報知する。

ここで、図 6 に示されるように、ダイアグ情報の出力先として、例えば、デジタル信号処理部 9 が、車両内 LAN、CAN などのネットワークに接続されている場合には、ネットワークに接続されたナビゲーション処理用 ECU 11、ACC 用 ECU 12 などが挙げられ、デジタル信号処理部 9 が、これらの出力先にダイアグ情報を伝送する。

以上のように、信号特性判断部 93 は、第 3 スイッチ 41 と第 4 スイッチ 71 における切換えを制御して、特定のアンテナで受信されたチャンネル ch1 に基づいて、チャンネル信号 ch11 とチャンネル信号 ch12 を生成するようにし、各受信回路系に同じチャンネル信号を入力する。この同じ特性を有するチャンネル信号によって、各受信回路系の処理結果を比較できる。そのため、各受信回路系自体に特性の変化が発生し、或いは、各受信回路系の特性にバラツキがあっても、通常の認識処理に影響しないように、当該受信回路系に対して求めた補正値で補正することができる。



## 請 求 の 範 囲

1. 送信信号を放射する送信部と、

前記送信信号による物体からの反射波を受信する複数のアンテナと、

前記複数のアンテナの各出力端子を入力端子に択一的に順次切換え接続する第1スイッチ部と、

前記第1スイッチ部の前記入力端子に入力された各アンテナからの受信信号を前記送信信号の一部を用いてダウンコンバートするダウンコンバート部と、

前記ダウンコンバート部の出力を、第1乃至第nのフィルタ回路に択一的に切換え接続する第2スイッチ部と、

前記第1乃至第nのフィルタ回路の各出力を、第1乃至第nのA/D変換器に入力し、該第1乃至第nのA/D変換器から出力される第1乃至第nの出力信号に所定の処理を施して、前記物体までの距離又は前記物体との相対速度を検出するデジタル信号処理部と、

前記複数のアンテナから選択された特定アンテナで受信された前記受信信号に基づいて出力された第1乃至第nの出力信号のうちから選択された2出力信号を比較して、該第1乃至第nの出力信号の特性変化を判断し、該特性の差を補正する信号特性判断部と、  
を有するレーダ装置。

2. 前記信号特性判断部は、前記第1処理信号と前記第2処理信号の夫々に含まれる信号レベル及び／又は位相を比較することにより前記第1乃至第nの出力信号における特性変化の判断を行うことを特徴とする請求項1にレーダ装置。

3. 前記信号特性判断部は、前記第1スイッチを制御して、前記複数のアンテナの特定アンテナを選択し、前記第2スイッチを制御

して、該特定アンテナの受信信号から前記第 1 乃至第 n の出力信号を生成することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のレーダ装置。

4. 前記信号特性判断部は、前記特性差があると判断した場合、前記第 1 乃至第 n の A/D 変換器の入力側に夫々接続された第 1 乃至第 n の調整器を制御し、該特性差を補正することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のレーダ装置。

5. 前記第 1 乃至第 n の調整器の各々は、前記信号特性判断部によって制御される可変利得増幅器及び／又は可変位相器を含むことを特徴とする請求項 4 に記載のレーダ装置。

6. 前記信号特性判断部は、前記特性差があると判断した場合、該特性差に応じた前記第 1 乃至第 n の出力信号に対する補正値を演算し、

前記デジタル信号処理部は、前記補正値に基づいて、前記第 1 乃至第 n の出力信号を補正することを特徴とする請求項 3 に記載のレーダ装置。

7. 前記信号特性判断部は、演算した前記補正値を前記第 1 乃至第 n の出力信号に関連付けて記憶し、前記補正値により補正された前記第 1 乃至第 n の出力信号に基づいて前記認識処理が実行されることを特徴とする請求項 6 に記載のレーダ装置。

8. 前記信号特性判断部は、当該装置の初期調整として、前記特性変化に係る判断処理を行い、該特性変化がある場合に、演算した前記補正値を前記第 1 乃至第 n の出力信号に関連付けて記憶することを特徴とする請求項 7 に記載のレーダ装置。

9. 前記信号特性判断部は、前記デジタル信号処理部による前記物体までの距離又は前記物体との相対速度を検出する認識処理中において、間欠的に、前記特性変化に係る判断処理を行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のレーダ装置。

10．前記信号特性判断部は、前記物体との相対的な前記距離が変化しないと認識されたとき、前記特性変化に係る判断処理を行うことを特徴とする請求項7に記載のレーダ装置。

11．前記信号特性判断部は、当該装置が搭載された車両が走行停止中であることが認識されたとき、前記特性変化に係る判断処理を行うことを特徴とする請求項8に記載のレーダ装置。

12．前記信号特性判断部は、前記第1乃至第nの出力信号の信号レベル及び又は位相が所定値以上又は所定範囲内にあるとき、前記特性変化に係る判断処理を行うことを特徴とする請求項1又は2に記載のレーダ装置。

13．前記信号特性判断部は、演算した前記補正值を前記第1乃至第nの出力信号に関連付けて記憶し、前記補正值により補正された前記第1乃至第nの出力信号に基づいて前記認識処理が実行されることを特徴とする請求項12に記載のレーダ装置。

14．前記信号特性判断部は、外部指示に従って、前記第1乃至第nの出力信号の特性変化に係る判断処理を行うことを特徴とする請求項1又は2に記載のレーダ装置。

15．前記信号特性判断部は、当該装置の初期調整として、前記特性変化に係る判断処理を行い、該特性変化がある場合に、演算した前記補正值を前記第1乃至第nの出力信号に関連付けて記憶することを特徴とする請求項13に記載のレーダ装置。

16．前記信号特性判断部は、前記特性変化があると判断したとき、外部に報知することを特徴とする請求項1又は2に記載のレーダ装置。

17．前記信号特性判断部は、前記特性変化があると判断したとき、該特性変化が所定範囲内でない場合に、ダイアグ情報を外部に出力することを特徴とする請求項16に記載のレーダ装置。

## 要 約 書

本発明のレーダ装置では、受信回路部の特性の変化が、通常動作時及び出荷の初期調整時に補正され、また、動作中の環境変化による温度変動、或いは経年劣化による該変化が、随時補正される。

複数の受信アンテナに対応した複数の受信回路系を有するレーダ装置において、第1スイッチで選択された一つのアンテナで受信した受信チャネル信号から、第2スイッチの切換え動作で、同一特性のチャネル信号  $c h 1$  と  $c h 2$  を生成し、夫々を各受信回路系に入力する。A/D変換された各チャネル信号のレベルと位相を比較して特性変化を検出する。各受信回路系の検出結果により、各受信回路系の特性又は各A/D変換出力信号の特性を補正する。

Fig.1

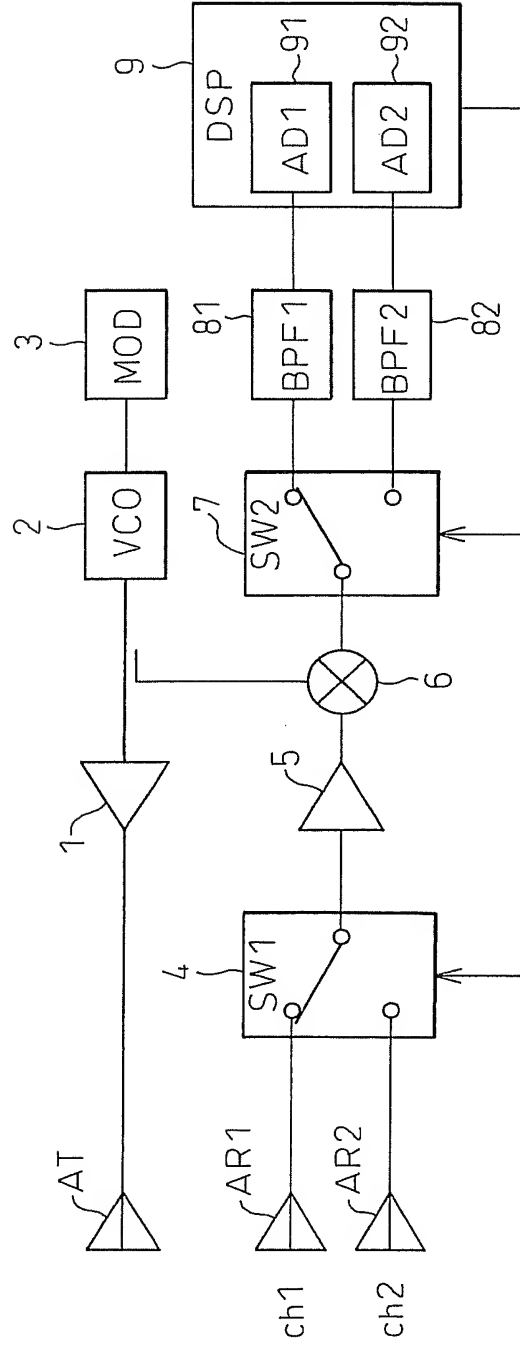


Fig.2

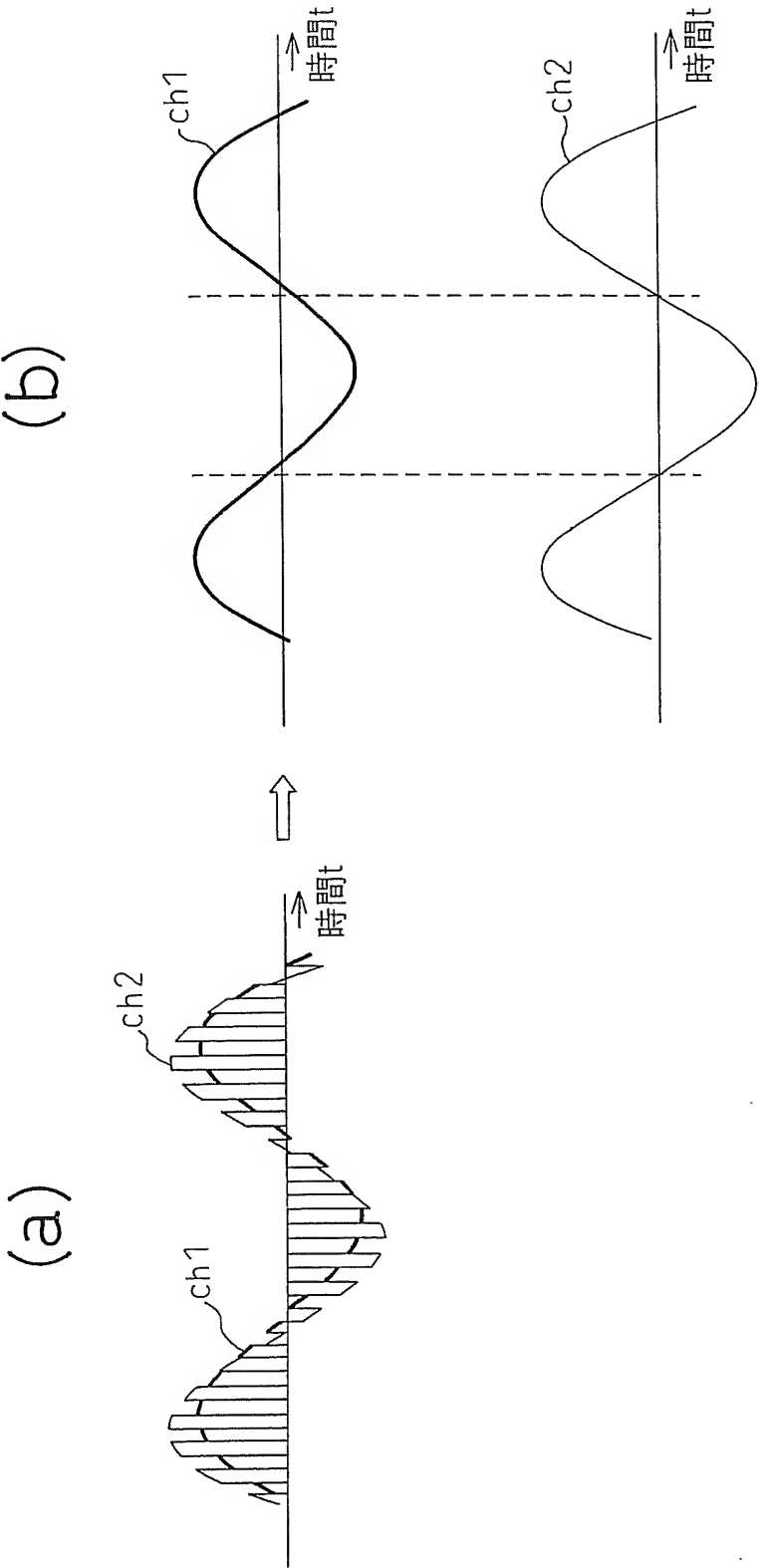
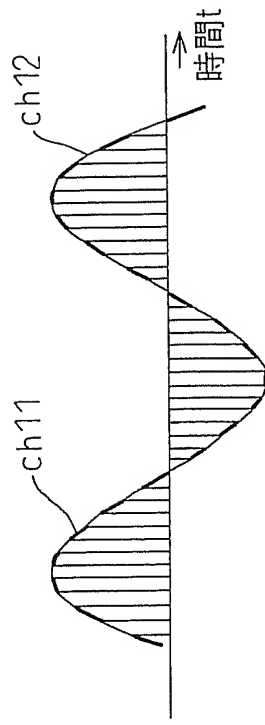


Fig.3

(a)



$\frac{3}{6}$

(b)

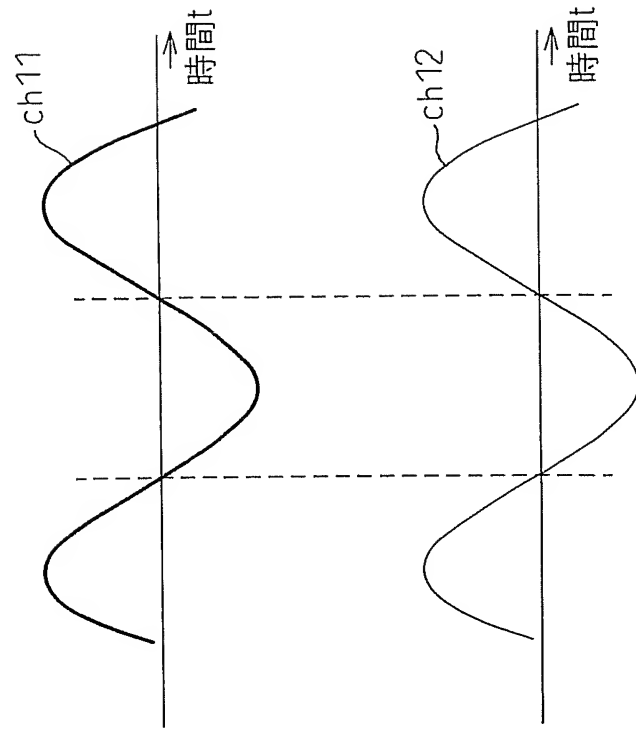


Fig. 4

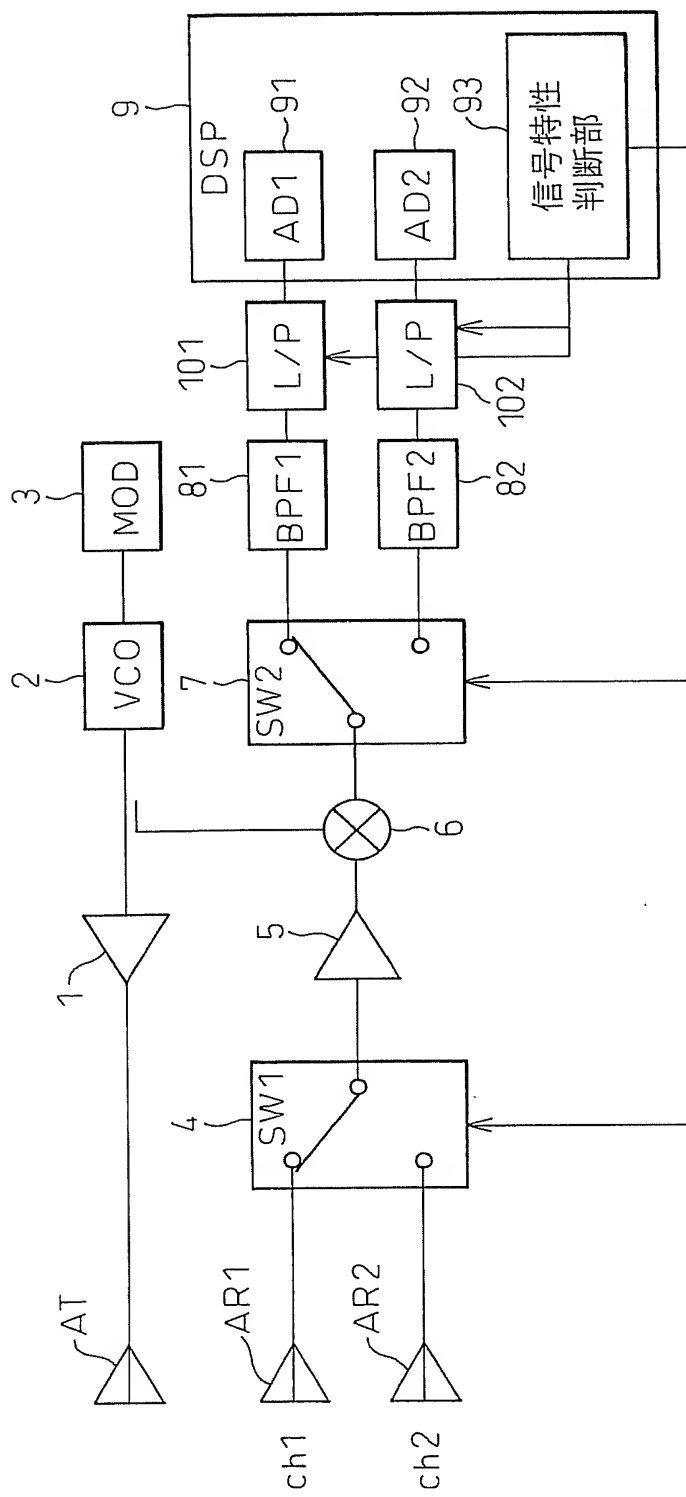




Fig.5

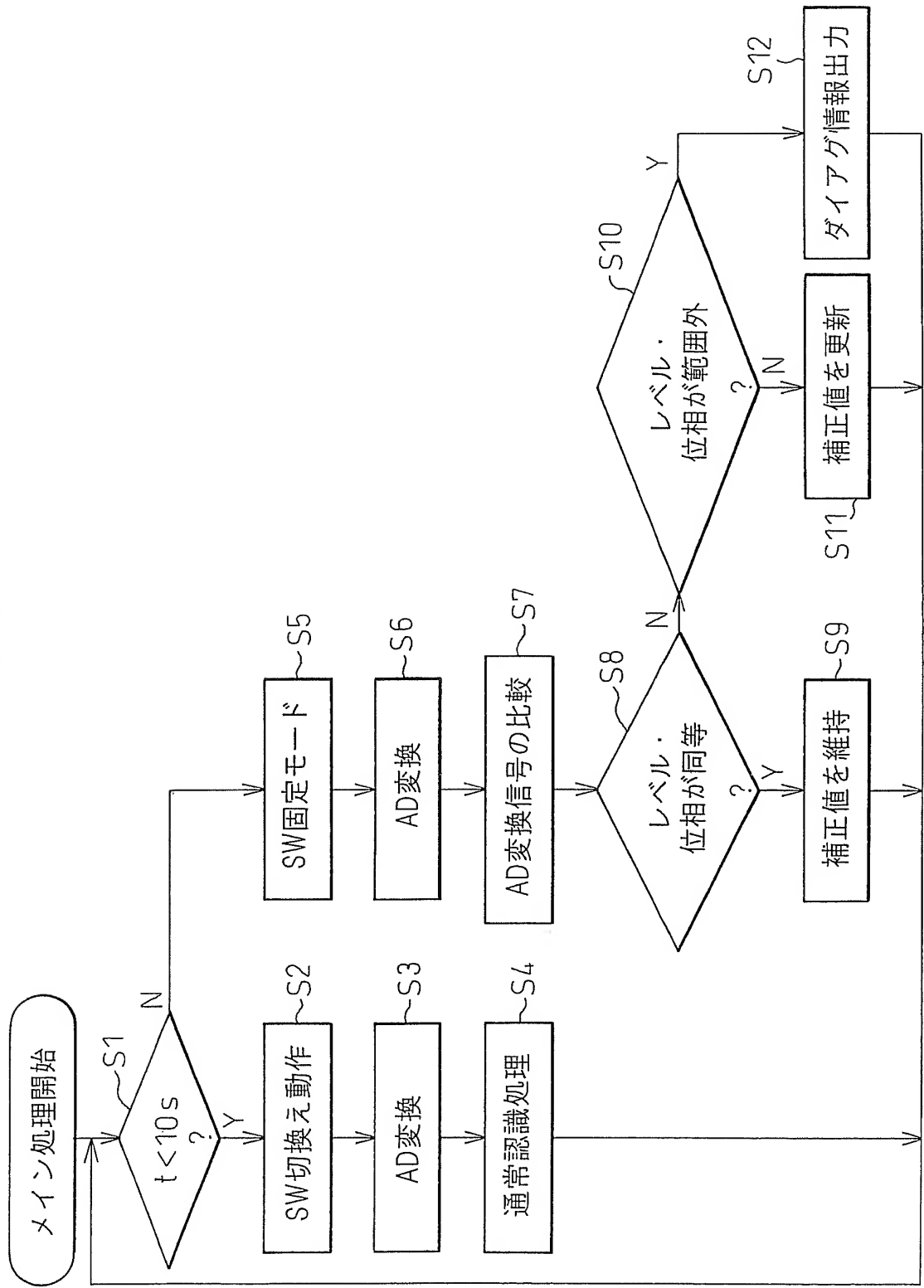


Fig.6

